ASPECTOS ULTRAESTRUCTURALES DE ANZIA sp

Manuel López-Figueiras

Con la Colaboración del Dr. Ernesto Palacios-Prü

Centro de Microscopía Electrónica. Universidad
de Los Andes. Mérida, Venezuela.

INTRODUCCION :

El estudio ultraestructural de Anzia sp. forma parte de un proyecto de investigación más amplio que se adelanta con líquenes venezolanos, procedentes preferentemente de la región andina, y realizado en el Centro de Microscopía Electrónica de la Universidad de Los Andes.

El número de publicaciones que describen la ultraestructura de líquenes en el momento actual es relativamente bajo, sin embargo, a medida que se publican monografías o revisiones sean nacionales, regionales o mundiales es de carácter obligante el dedicar algunas páginas a mostrar la estructura de las características vegetativas (en su mayoría) o reproductoras. Se explica la preferencia de las primeras por su utilización inmediata en la taxonomía de los líquenes.

Es de esperar que en las próximas décadas, la bibliografía dedicada a ultraestructura de líquenes sea abundante debido al marcado interés en estudios monográficos por la nueva generación de jóvenes liquenólogos que miran a los trópicos, cuya flora es desconocida en general, como un campo muy apropiado para dedicar sus esfuerzos y tiempo necesario; por otra parte la comunidad de esfuerzos entre grupos diversos de investigación será un paso hacia la mejor comprensión de nuestra flora.

Para el presente estudio se seleccionó una especie del género Anzia, por presentar éste características morfológicas muy conspicuas, con una distribución geográfica en Venezuela desconocida; solamente los registros procedentes de los Andes son confiables. Poelt (8) lo considera propio de áreas oceánicas.

MATERIALES Y METODOS.

Muestras de Anzia sp. (López-Figueiras, num.14357, herbario MERF, Facultad de Farmacia, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela) procedentes de la zona El Portachuelo- El Delgadito, en la vía Bailadores-La Grita , Edo. Mérida, Venezuela, fueron fijadas en una mezcla aldehídica, compuesta de glutaraldehído 3% y formaldehído 3% en tampón fosfato 0.1 M y a un pH de 6.3, Palacios y Mendoza (1972)

Después de un lavado suficiente fueron transferidos a una solución de tetraóxido de osmio al 1% preparadas en el mismo tampón. Concluida la postfijación, las muestras fueron lavadas nuevamente, 3 cambios por 5' mediante agitación, en igual tampón; a continuación fueron deshidratadas en serie ascendente de alcohol etílico.

Antes de la inmersión de los fragmentos en el material de inclusión, Epón 812, se transfirieron a óxido de propileno como interfase entre alcohol etílico y la resina. La inclusión se realizó en etapas sucesivas de óxido de propileno y resina.

Una vez polimerizada la resina a 60 C durante 16 horas, se hicieron cortes de 1 micra para observación en el microscopio de luz. Estas secciones fueron teñidas con el método de OPTO (Palacios, datos no publicados).

La preparación del material para la microscopía electrónica de rastreo (SEM), fueron realizadas de la manera siguiente: fragmentos fueron fijados como se describió anteriormente, para luego ser sometidos a la acción de una solución de crio-protectora como DMSO al 30% por una hora, seguido de infiltración en una solución de glicerol al 25%.

Terminada la infiltración los fragmentos fueron congelados en Freón 22 , en recipiente de acero enfriado con nitrógeno líquido. La desecación del material se hizo con un equipo de alto vacio por congelación-desecación, después de haberse practicado las fracturas desecadas.

Para la observación del material se prepararon diversas bases sobre las cuales se montaron los fragmentos con pintura de plata, alternando las caras dorsal y ventral y las diferentes superficies de fracturas.

Después de montado apropiadamente el material, fue sombreado con una capa de oro por ionización al vacío.

DESCRIPCION HISTOLOGICA GENERAL.

Las muestras de Anzia sp. fueron observadas en frasco con el microscopio estereoscópico para el estudio de sus características anatómicas principales. El liquen presenta un talo foliáceo, acintado, que se ramifica dicotómicamente. El talo presenta dos superficies bien diferenciadas entre sí, no tan sólo por su coloración diferente, sino por su textura. La superficie dorsal es de aspecto blanco cinereo de consistencia dura y quebradiza. La superficie ventral de coloración pardo obscuro, aspecto esponjoso, ofrece poca resistencia a la presión. Los cortes o fracturas transversales del talo permiten observar que la superficie dorsal conforma una lámina delgada, plana,que ocupa apenas el 10% del diámetro total del talo.

Entre la lámina dorsal y la porción esponjosa se observa una capa de coloración verdusca que corresponde a la capa de algas como será descrita posteriormente.

En el centro y por debajo de la superficie dorsal se encuentra una estructura visible, sólo en las fracturas o cuando se remueve la lámina dorsal, esta estructura es cilíndrica compacta y se denomina nervio central. Cuando se disecciona anatómicamente dicho nervio, se observa que de él se desprenden ramificaciones en ángulo recto, algunas largas y dirigidas hacia la cara ventral que al atravesar la cara esponjosa del talo y emerger de éste, constituyen las rizinas. Las ramificaciones dorsales del nervio central son más cortas y forman la región central de los apotecios. La porción esponjosa o ventral es de aspecto cilindroideo y está compuesta

por hifas en disposición y trayectoria reticular que recuerda la organización de los canalículos biliares en animales superiores; las hifas reticulares en estrecha vecindad con el nervio central y con sus ramificaciones ventrales son de color blanquecino y van obscureciéndose progresivamente, hasta constituirse en hifas pardo obscuro. En algunas zonas de la región esponjosa, las hifas reticulares pierden su disposición y forman masas amorfas compactas, semejando nódulos. Las hifas reticulares subyacentes a la lámina dorsal, están cubiertas por un material filamentoso, muy fino, de coloración blanquecina.

En los bordes de la superficie dorsal, en algunas regiones, preferentemente las ramificaciones distales, se observan formaciones digitiformes simples y compuestas llamadas isidios.

En las secciones histológicas, la lámina dorsal o capa cortical está constituída por hifas de trayectoria irregular, incluida en una matriz de sustancia amorfa que le confiere la rigidez a esta estructura; en estos mismos preparados podemos ver la capa algal o gonídica, subyacente a la capa cortical, que está conformada por una lámina continua de 4 a 8 individuos celulares por columna de aspecto esferoidal.

Por debajo de la capa algal, en la porción central del talo, se encuentra un lecho de hifas de color blanco de recorrido reticular semejante al de la capa esponjosa con cuyas hifas están en continuidad, rodeadas por un material filamentoso en las porciones más dorsales, este material se hace granuloso cuando las hifas se ramifican alejándose de la región central. Estas hifas de color blanco, constituyen la región medular del talo. En secciones del talo, la médula se observa de aspecto triangular con su vértice orientado perpendicularmente hacia abajo. En el centro de la región medular se visualiza el nervio central constituído por hifas compactadas por una substancia cementante amorfa pero en menor cantidad que la de la capa cortical, como se observa al medir el espacio interhifal que es mucho menor en esta región. Estas hifas tienen una trayectoria regular, longitudinal, rectas y paralelas al eje intersegmentario del talo.

Las rizinas están constituidas por hifas de trayectoria rectilínea empaquetadas de manera similar al nervio central, pero dirigidas perpendicularmente hacia abajo como fue descrito.

OBSERVACIONES CON EL MICROSCOPIO ELECTRONICO DE RASTREO (SEM).

El estudio de fragmentos completos o fracturados de Anzia sp. utilizando el Microscopio Electrónico de Rastreo confirman las observaciones preliminares hechas con el microscopio de luz y amplifican la información de manera significativa al poder penetrar hasta el interior de las hifas constituyentes de estos líquenes. A nuestro modo de ver las cosas, este tipo de observación se hará cada vez más un instrumento indispensable en liquenología.

Pequeños fragmentos de Anzia fueron estudiados tanto en sus regiones dorsal y ventral como en el interior de cada una de las capas o regiones que constituyen el talo y apotecio de estos líquenes. En la lam 2a se observa un pequeño fragmento del talo visto por la cara dorsal; las fracturas producidas sobre la superficie dan una idea de la consistencia quebradiza de la capa dorsal o cortical; nótese como las líneas de fractura se forman dejando ángulos en su trayectoria.

La superficie del talo posee, en condiciones naturales, una serie de contaminantes los cuales una vez removidos permiten ver el complicado sistema de surcos reticulariformes que caracterizan la superficie dorsal. La textura de esta superficie recuerda los dermatoglifos de la piel.

Cuando la superficie dorsal es examinada a mayor magnificación, se puede observar que es heterogénea, teniendo regiones con poros finos como se observa en la lam 2b y zonas de grandes poros como los observados en las lam 1a y 2c; además se observa claramente como la superficie pasa de zonas con poros a zonas de franco aspecto criboso (lam 2b) y en otras regiones se nota claramente el epicortex (lam 5d). Es de destacar que hacia los bordes del talo se pudo observar una asociación entre los surcos,

hifas superficiales y estructuras granulares (lam 3a). En la lam 3 b se observa la asociación de las hifas con las estructuras granulares, más adelante será discutivo el probable significado de estas asociaciones.

En numerosos fragmentos de Anzia fueron observados isidios simples y compuestos. En la lam 3c se ven dos isidios en el borde de una rama del talo, puede notarse que los isidios tienen una organización interna con hifas de forma y trayectoria irregular, rodeados por una capa o "cutícula" fina, irregularmente perforada. Los isidios varían en tamaño desde 50 hasta 600 micras, encontrándose más frecuentemente entre 250 y 350 micras.

La capa cortical es una estructura bien definida compacta como se observa en las lam 1a y 5d. Cuando se practican fracturas muestra su aspecto homogéneo de hifas de irregular trayectoria inmersas en una substancia compactante. En la cara inferior de la capa cortical se puede observar la continuidad de sus hifas con las de la región medular, las cuales están cubiertas por un material amorfo pero permanecen individualizadas.

Las hifas de la región esponjosa no se diferencian ni en sus diámetros, ni en sus características de trayectoria reticular de las de la zona medular (lam 4a), sin embargo, hay una diferencia significativa entre las hifas de ambas zonas, como es el gradual y progresivo incremento de un material amorfo que recubre las hifas desde las regiones más ventrales, hasta las más dorsales de la porción medular. Las hifas de estas regiones están en continuidad anatómica y la zona de transición entre blancas medulares y las pardas esponjosas esté determinado por la presencia de material amorfo en las hifas medulares y su ausencia en las esponjosas.

En las lam 4a y b, se observan hifas de la región esponjosa con muy poco material extrahifal; en la lam 4c, en cambio, se observan hifas de la zona de transición en las cuales se ve claramente el aumento de material amorfo extrahifal desde la zona esponjosa a la región medular.

La lam 4d muestra hifas subyacentes a la capa cortical, en las cuales el material amorfo de recubrimiento aumenta en tal magnitud, que aparece de

aspecto lamelar y filamentoso fino mientras que en las regiones más profundas de esta zona el material extrahifal es granular. En lam 5a, b, y c, tomadas a mayor magnificación se muestran planos de fracturas de las hifas medulares. En la lam 5c, se nota que por debajo de las granulaciones existen aperturas de la pared, además pueden observarse granulaciones en el plano de sección de ésta. En la lam 5b se ven claramente irregularidades a manera de canalizaciones del espesor de la pared, algunas de las cuales están llenas de granulaciones semejantes a las extrahifales, y en la lam 5a, se pueden ver estos surcos o canales de la pared perpendiculares y tangenciales al lumen de la hifa. En la lam 5c se muestra la superficie interna de la pared con su aspecto irregularmente granuloso.

El nervio central de la región medular es una estructura compacta constituída por hifas empaquetadas que siguen trayectoria longitudinal, regular, de acuerdo al eje intersegmentario mayor del talo. Este nervio puede ser fácilmente disecado para facilitar su estudio. En la lam 6a se puede observar el nervio en fractura transversal mostrando las hifas también en el mismo plano. Las hifas están cementadas por una substancia homogénea interhifal, esta substancia determina de acuerdo a su mayor o menor abundancia paquetes de hifas con mayor o menor grado de especiación interhifal. En la misma lam 6a se observan que las hifas del paquete superior derecho tienen más substancia interhifal que las del paquete inferior izquierdo, esto confiere al nervio central una heterogeneidad poblacional que podría tener significado en las estructuras que se generan a partir de este nervio.

En la lam 6b se observa un segmento del nervio a mayor aumento, en el cual se ven las hifas de la región de menor espacio interhifal fracturadas transversalmente, la superficie interna de las hifas muestra numerosos pliegues que con frecuencia aparecen en hongos liquenizados, López-Figueiras y Palacios-Prü (1978).

Del nervio se desprenden paquetes de hifas cilindroideos que constituyen las rizinas cuando se dirigen ventralmente hacia la región esponjosa, o la zona central del apotecio cuando lo hacen dorsalmente, estas estructuras son claramente visibles cuando muy cuidadosamente se disecciona el liquen bajo observación microscópica. La lam 6c muestra un nervio con una rizina emergente después de haber sido diseccionado dicho nervio, este tipo de imagen confirma la continuidad anatómica entre las estructuras mencionadas.

Tanto la rizinas como la zona central del apotecio muestran una composición de hifas de trayectoria longitudinal regular perpendicular a las hifas del nervio central, sin embargo, las hifas de la primera están compactadas mientras que las de la segunda son laxas. En la lam 6d se observa una fractura de la rizina de la 6c y en ella se ven las hifas cortadas transversalmente además de verse la superficie irregular del nervio.

Al observar esta superficie se obtiene la impresión de que la substancia interhifal forma una telilla de separación entre las hifas compactadas y las reticulares de la región esponjosa o medular.

La organización apotecial de Anzia fue analizada con el microscopio electrónico de rastreo cuidadosamente para tratar de establecer además de sus características morfológicas los aspectos comparativos más relevantes entre éste y otros líquenes ya estudiados. Los apotecios de Anzia cuando son jóvenes tienen aspecto caliciformes, posteriormente los más desarrollados son disciformes, subsésiles con un pedículo de sujección al talo. Para el presente estudio utilizamos apotecios bien desarrollados.

La superficie dorsal de los apotecios muestra un epitecio heterogéneo con numerosos engrosamientos o pliegues cuando se observan directamente su superficie (lam 7a). La superficie del epitecio está finamente perforada con poros más pequeños que los observados en el talo (lam7b).

En esta superficie se pueden observar además contaminantes muy diversos. Los planos de fracturas realizados en apotecio adultos permiten comprender mejor su organización histológica, en la lam 7c se ven las regiones más importantes del apotecio, a saber: 1) el himenio con los ascos globosos característicos de este liquen, 2) el hipotecio ancho, compacto con hifas de trayectoria irregular, 3) una región medular con hifas reticulares de color blanquecino por estar recubiertas de granulaciones similares a las de las hifas medulares, 4) una región cortical que está en continuidad con la capa cortical del talo y 5) una región central con hifas paralelas, no compactadas, centrales, que son las ramificaciones dorsales del nervio central.

El himenio de estos apotecios reposa directamente sobre la región compacta del hipotecio (lam 7c) y contiene ascos bulbosos en cuyo interior se observan numerosas esporas, más de 10, falciformes que se agrupan a modo de "pilas de monedas". Los ascos tienen una pared de aspecto esponjoso en contacto con la substancia cementante, y las esporas están cubiertas por una fina túnica o velo. Alrededor de los ascos se observan cavidades irregulares de ascos que ya esporularon y además las cavidades fracturadas en los paráfises (lam 7d); es de señalar que el himenio de estos apotecios es de espesor reducido y que las cavidades de los ascos muy dilatadas y grandes, lo que obliga a que la maduración de los ascos ocurra a un mismo nivel en todos ellos.

DISCUSION.

Los resultados del presente estudio forma parte de un análisis más amplio sobre la morfología de los líquenes de Venezuela. En la literatura especializada actual existe poca información sobre los detalles finos de la organización de líquenes del género Anzia.

El género Anzia fue creado por Stinzenberger en 1861 y fue incluido en las Parmeliaceae; en 1939, Sato lo consideró el género tipo de una nueva familia, Anziaceae, hecho aceptado por la mayoría de los autores modernos.

Estudios recientes se han limitado a describir algunas características morfológicas, composición química y descripción de especies nuevas, entre ellos cabe citar la labor de los investigadores japoneses como Asahina y su equipo de colaboradores (1), además de Sato (9), Hale (3), Beltman (2), entre otros. Sin embargo, ninguno de estos estudios proporcionó un análisis sistemático de la organización general del género.

Como fue señalado en el capítulo de observaciones, la especie colectada en la región de los Andes venezolanos, tiene las siguientes características: es un liquen foliáceo, acintado, que se ramifica dicotómicamente, de habitat cortícícola. Debe insistirse que este género es citado como propio de áreas oceánicas, Poelt (8).

Asahina, 1935, reportó quizás el estudio histológico más aproximado a la verdadera organización de algunas especies de este género. En sus grabados muestra los diferentes tipos de hifas que constituyen la región esponjosa y la compacta; fue capaz de observar las hifas blanquecinas, cubiertas de material amorfo, de la región medular como ha sido descrito en el presente estudio, sin embargo, no caracterizó ninguna de estas regiones.

Es interesante destacar que existe una diferenciación morfológica de las hifas que conservan su continuidad anatómica como puede ser comprobado al seguir las trayectorias de las mismas desde la capa cortical hasta la región esponjosa. Se asocian a esta diferenciación mayores o menores grados de agregación de las hifas que varían desde las muy compactadas, como las de la capa cortical, a las individualizadas de la región esponjosa, pasando por grados intermedios de compactación en la región medular subyacentes a la capa cortical. Tambien se pudo comprobar que el material amorfo interhifal de cuya cantidad depende la compactación de las hifas es producido por las hifas mismas las cuales poseen "canalículos secretores" como se demuestra en las figuras

La presencia de este material confiere, además la coloración de las hifas constituyentes. Otro hallazgo importante para destacar, es la organización del nervio central y sus ramificaciones. Este nervio está compuesto

de hifas de trayectoria rectilínea, agrupadas de manera variable, dependiendo de la cantidad de material interhifal existente, lo que determina territorios de hifas que están casi en contacto y de hifas separadas

En relación a las granulaciones encontradas sobre la capa cortical del talo y los dermatoglifos asociados tan solo podemos señalar especulativamente que: las esférulas corrugadas podrían corresponder a algas contaminantes o asociadas normalmente a Anzia, y en relación a los dermatoglifos o surcos nos permiten tan solo sugerir que probablemente se forman durante las fases de humectación de la capa cortical como consecuencia de movilizaciones de las algas o de los hongos durante procesos de liquenización asociado de elementos propios del liquen o extraños a él. Otra posibilidad sería la de interpretar los espínulos como polen contaminante. Las ramificaciones del nervio central se forman en ángulos rectos y constituyen las rizinas y los paquetes de hifas rectas centrales del pedículo de los apotecios.

En relación con el apotecio de esta especie de Anzia tiene algunas características no observadas en los apotecios de otros líquenes estudiados, López-Figueiras y Palacios-Prü, 1978, y sobre lo cual quisiéramos hacer mayor énfasis: los apotecios desarrollados, discoidales, tienen un himenio relativamente delgado en el cual se observan ascos globosos con numerosas esporas falciformes agrupadas en "pila de monedas". Entre los ascos se ven numerosos paráfises y ascos descargados, todas estas estructuras reposan sobre un hipotecio grueso y compacto cuya organización hifal semeja la organización cortical. Por debajo del hipotecio se localiza - consistentemente una capa irregular pero con abundantes individuos celulares gonidiales. Esta capa gonídica ha sido descrita pocas veces en apotecios de líquenes, en la literatura asequible a nuestras manos sólo la hemos visto citada por Dughi y Asahina en especies de los géneros Parmelia y Anzia respectivamente.

AGRADECIMIENTOS.

Este trabajo no hubiese sido posible sin la asistencia técnica del técnico Mauro Nieto. El autor agradece, además, la colaboración del personal del Centro de Microscopía Electrónica de la Universidad de Los Andes.

El trabajo fue financiado parcialmente por el Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CDCH) de la Universidad de Los Andes (Proyecto FA 29-77) y por el CONICIT (Subvención 51-26-810-S1:0981)

gaf/

REFERENCIAS :

1. Asahina, Y.
Anzia-Arten aus Japan
Jap. Bot. XI (4): 224-238, 1935

2. Beltman, H.A.
Vegetative Strukturen der Parmeliaceae und ihre Entwicklung
Bibl. Lichenol. 11:1-193, J.Kramer, ed. 1978

3. Hale, M.E., Jr.
Fine Structure of the Cortex in the Lichen Family Parmeliaceae viewed with the Scanning Electron Microscope.
Smithsonian Contrib. Bot. 10: 1-92, 1973

4. López Figueiras, M., y Palacios-Prü, E.
Ultraestructura de Glossodium aversum.
Memorias del V Congreso Venezolano de Botánica, 38, 1978

5. López Figueiras, M. y Palacios-Prü, E.
Ultraestructura de Glossodium aversum.
Acta Científica Venezolana XXVIII Convención Anual AsoVAC,12, 1978

6. López Figueiras, M. y Palacios-Prü, E.
Ultraestructura de Glossodium aversum.
Talleres Gráficos, ULA, 1979 (en prensa)

7. Palacios-Prü, E.L. and Mendoza, R.V.
An unusual relationship between glial cells and neuronal dendrites in olfature bulbs of Desmodus rotundus.
Brain Research 36: 404-408, 1972

8. Poelt, Josef.
Classification. In "The Lichens" (V.Admadjian and M.E. Hale, eds.) pp. 599-632. Academic Press, New York and London, 1973

9. Sato, M.M.
Enumeration of lichens collected in Tohoku-district, Japan (1). Anziaceae and Baeomycetaceae. Yamagata Daigaku Kiyo, Shizen Kagaku 3: 113-126, 1954

LAMINA 1

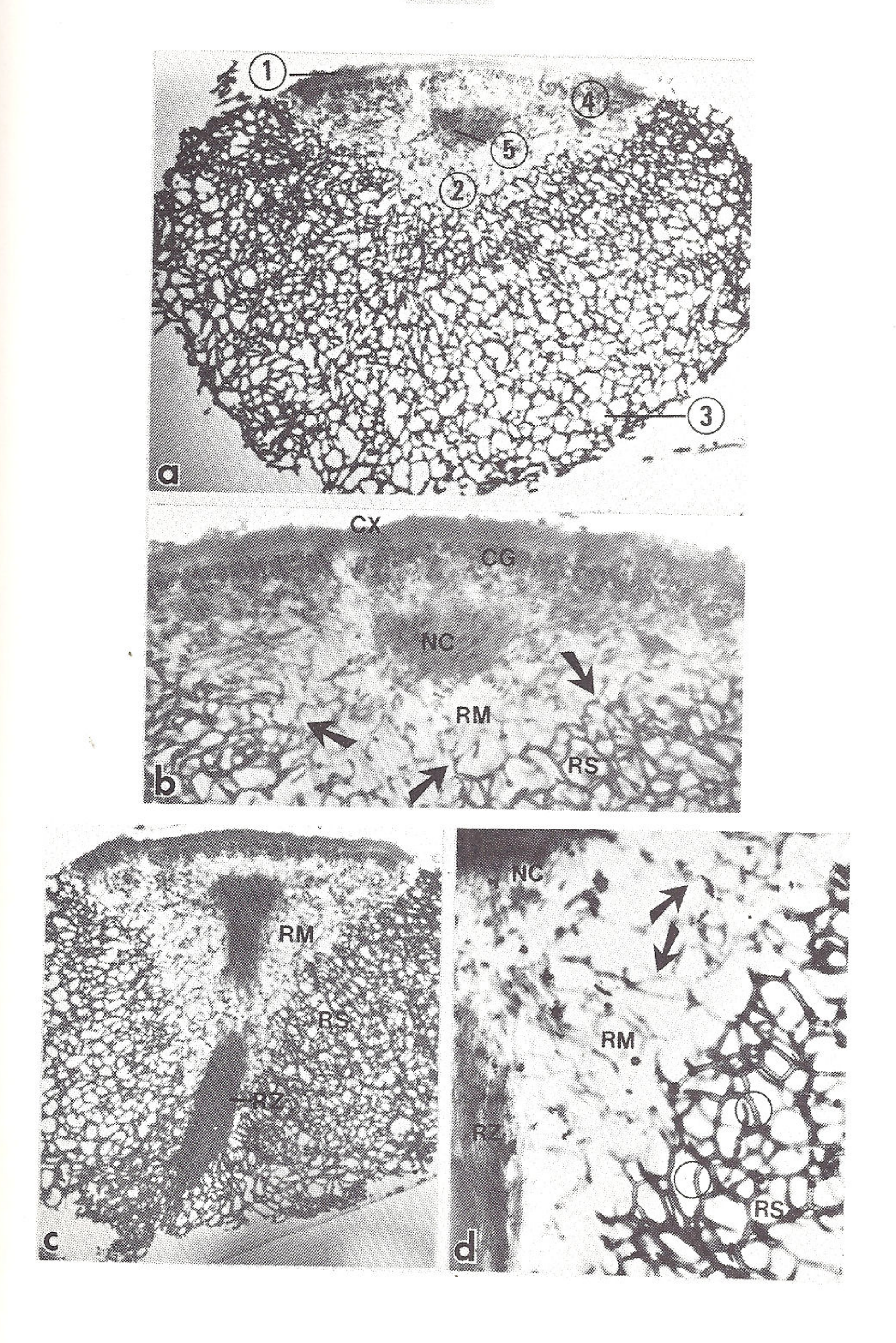
Figura a : Sección transversal del talo de Anzia. Claramente se observan las regiones fundamentales que constituyen el talo: 1, capa cortical, 2, médula, 3, región esponjosa. También puede verse la capa gonídica (4) subyacente a la capa cortical y el nervio central (5) en el centro de la región medular. 57 X

Figura b : Sección transversal del talo que permite observar en detalle la capa cortical, CX, la capa gonídica, CG, el nervio central NC, la región medular RM y la región esponjosa RS. Las flechas señalan sitios de continuidad entre las hifas esponjosas y medulares. 100 X

Figura c : En esta imagen se pueden observar que las rizinas, RZ, constituyen una prolongación del nervio central. 57 X

Figura d : En esta fotografía se observa a mayor aumento la continuidad de las hifas de la región esponjosa (RS) con las de la región medular (RM). Las flechas cortas muestran las granulaciones de las hifas de la región medular. Nótese las septaciones de las hifas de la región esponjosa (círculos). 160 X

LAMINA I



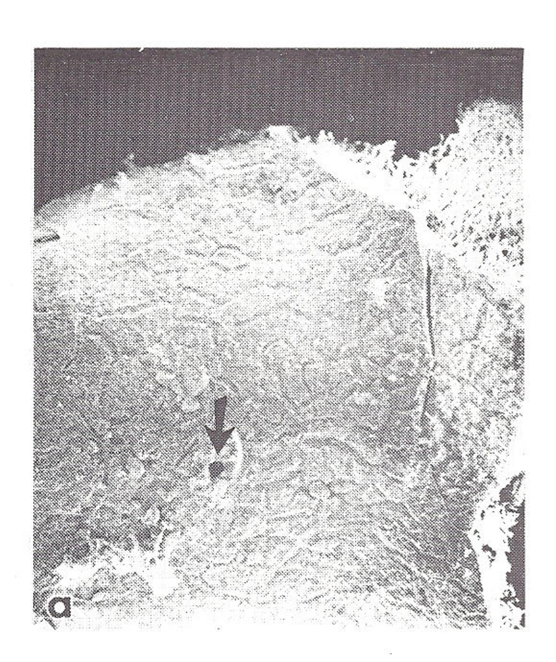
LAMINA 2

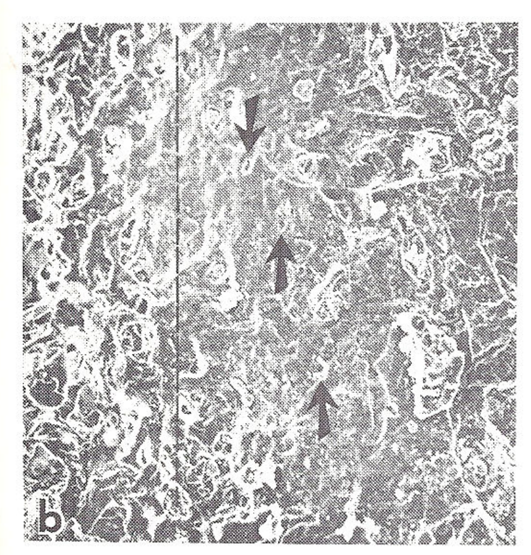
Figura a : Fragmento del talo en el cual puede verse claramente los surcos reticulares de esta superficie. La naturaleza compacta de la corteza o capa cortical permite observar fracturas en ángulos como las mostradas en esta imagen. La flecha muestra una perforación de la superficie de grandes dimensiones. Por debajo de la corteza se observa el lecho de hifas subcorticales. 100 X

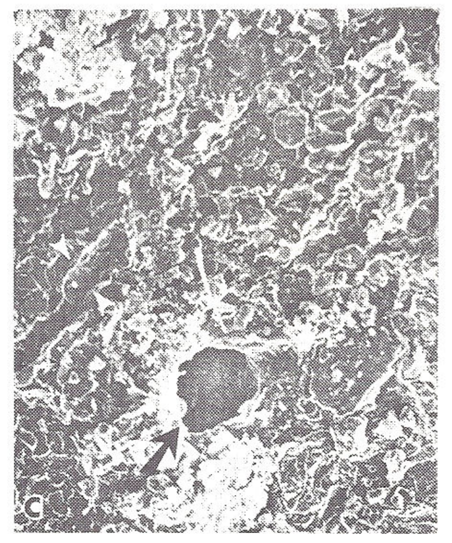
Figura b : Esta imagen permite observar la irregularidad de aspecto del material amorfo epicortical. A la izquierda de la linea discontinua se ve la zona cribosa. La zona central es más homogénea, con poros irregulares de pequeño diámetro (flechas). 660 X

Figura c : Esta fotografía, a mayor magnificación, contiene un pequeño segmento de la superficie dorsal con una perforación de mayor diámetro (flecha). Las flechas cortas señalan un pequeño surco interrumpido. Nótese la irregularidad de la superficie en éstas zonas, en las cuales el epicortex tiene el aspecto de escamas irregulares o de estructuras pseudocristalinas. 5.200 X

LAMINA 2







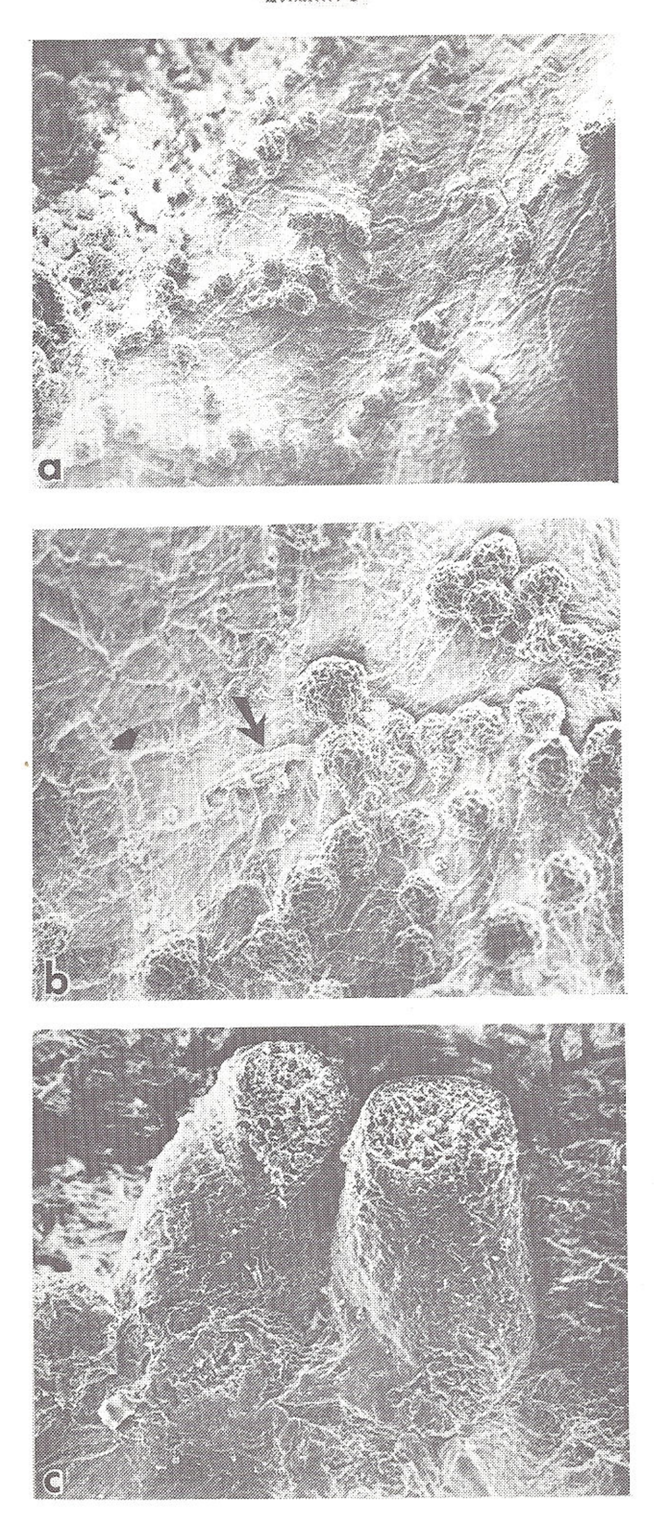
LAMINA 3

Figura a : Las regiones próximas a los bordes del talo particularmente en ramas terminales, contienen sobre la superficie dorsal una serie de granulaciones como las que se observan en esta fotografía. El aspecto corrugado de estas granulaciones puede ser debido a que lo frágil de su textura no resista los procedimientos deshidratantes empleados. 200 X

Figura b : Esta imagen muestra a mayor aumento una zona de la superficie dorsal próxima a la de la figura anterior. En estas regiones se incorpora un tercer elemento de complejidad de la superficie dorsal representado por hifas en asociación a las granulaciones (flecha). Los surcos tambien presentan perforaciones a poros (flecha corta). 400 X

Figura c : En el borde de algunas ramificaciones del talo se forman isidios de diferentes tamaños. En esta fotografía se ven dos isidios, los cuales fueron decapitados para observar su interior. En estos se ven hifas muy irregulares rodeadas por una delgada "cutícula" en continuidad con el material epicortical. 400 X

LAMINA 3



LAMINA 4

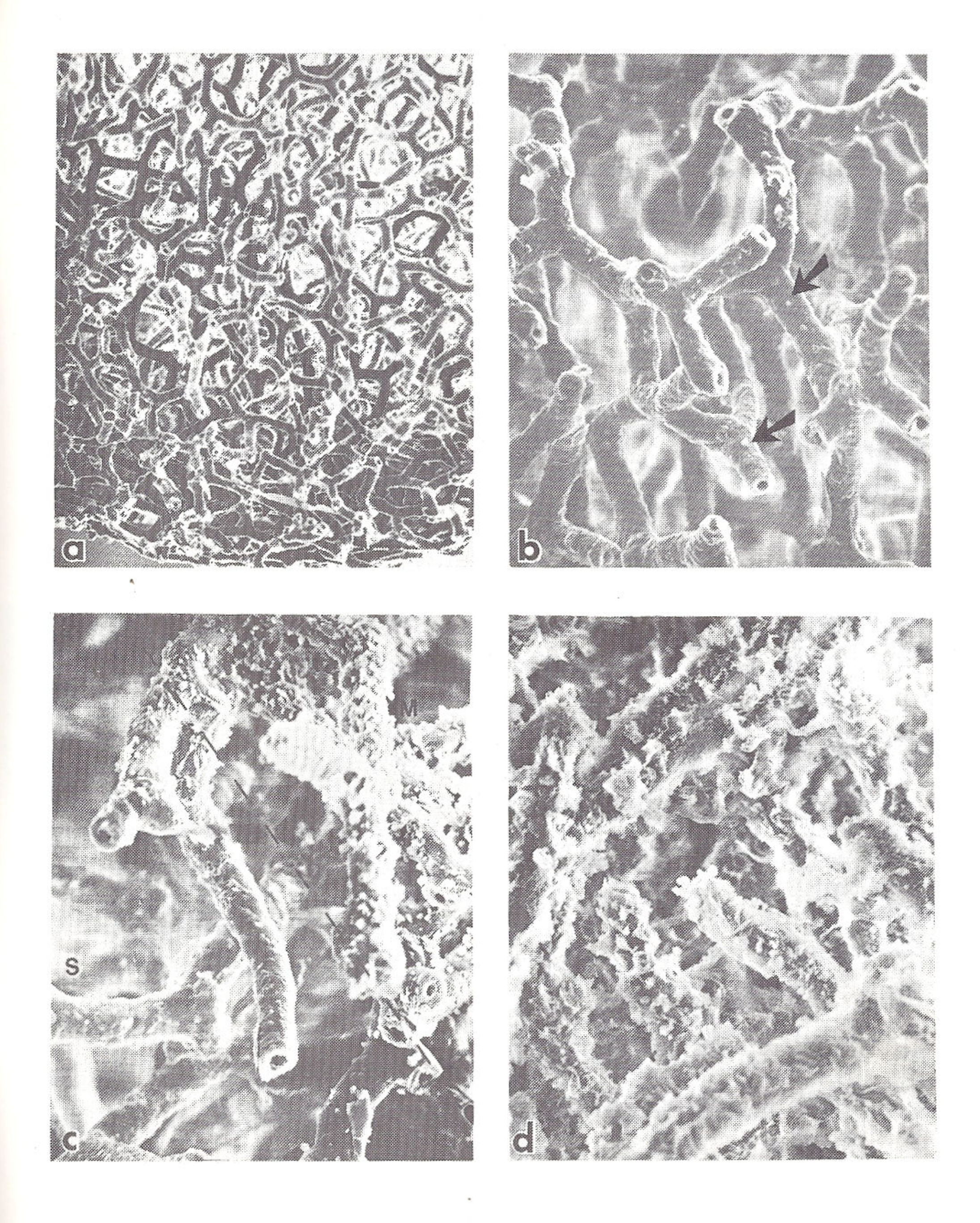
Figura a : Segmento de la región esponjosa o ventral, constituidas por hifas de superficie lisa y trayectoria reticular constituyendo la compleja estructura de esta región. Numerosas hifas han sido fracturadas por simple presión. 480 X

Figura b : Las hifas de la región esponjosa próxima a la región medular muestran pequeñas granulaciones (flechas) sobre su superficie. Estas hifas constituyen lo que hemos denominado zona de transición. 2.000 X

Figura c : Esta imagen corresponde a un pequeño segmento de la zona de transición. Nótese como la misma hifa incrementa significativamente el material granuloso de recubrimiento a medida que se extiende desde la zona esponjosa S a la zona medular M . 2.000 X

Figura d : Hifas de la región medular con gran cantidad de material de recubrimiento. Este material resulta tan abundante que toma aspecto lamelar y aun filamentoso particularmente en la región subcortical como la mostrada en esta figura. 3.400 X

LAMINA 4



LAMINA 5

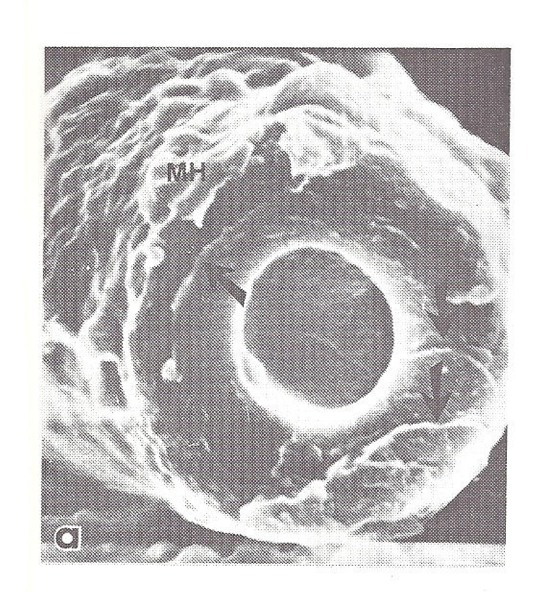
Figura a : En esta imagen se observa a bastante magnificación la pared de la hifa fracturada transversalmente. Surcos perpendiculares y tangenciales pueden ser vistos en los planos de fractura con relativa frecuencia, en estos surcos, en fracturas afortunadas, puede verse un material amorfo que ocupa el surco semejante al material extrahifal. La hifa mostrada en esta imagen está recubierta de material MH. La pared interna muestra pliegues e irregularidades. 20.000 X

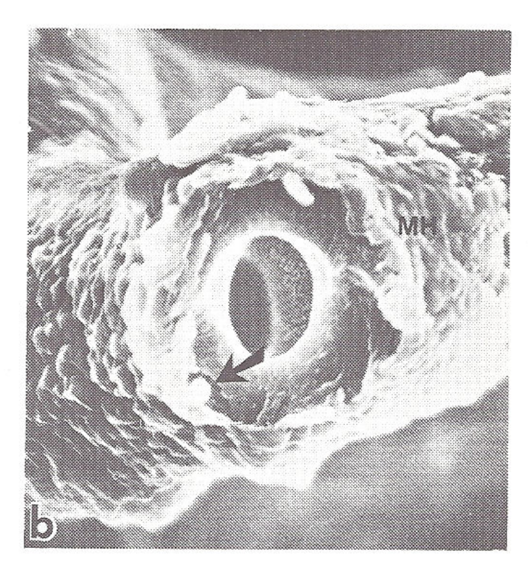
Figura b : Fractura transversal de una hifa en la cual puede observarse la apertura de un canalículo de la pared en lo que aparentemente se corresponde con la secreción del material extrahifal (flechas). 12.000 X

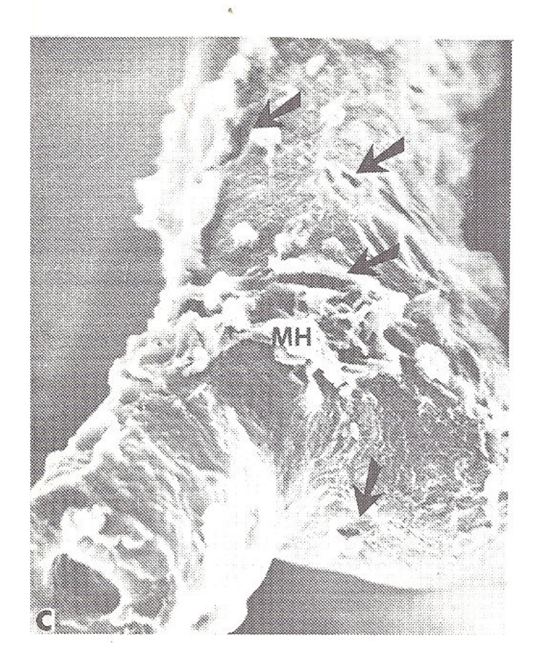
Figura c : En esta imagen se muestran numerosos orificios de salida (flechas) de los canalículos de la pared (MH). 12.000 X

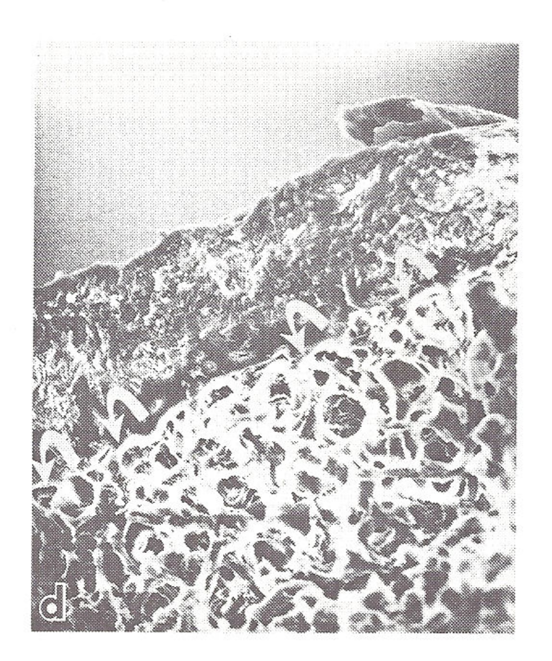
Figura d : Fractura casi completa de un fragmento del talo que ilustra sobre las características diferenciables entre la capa cortical compacta y las hifas reticulares de la médula recubiertas con material extrahifal. En los sitios indicados con flechas se nota la continuidad entre las hifas de la región central y las de la región medular. 2.000 X

LAMINA 5









LAMINA 6

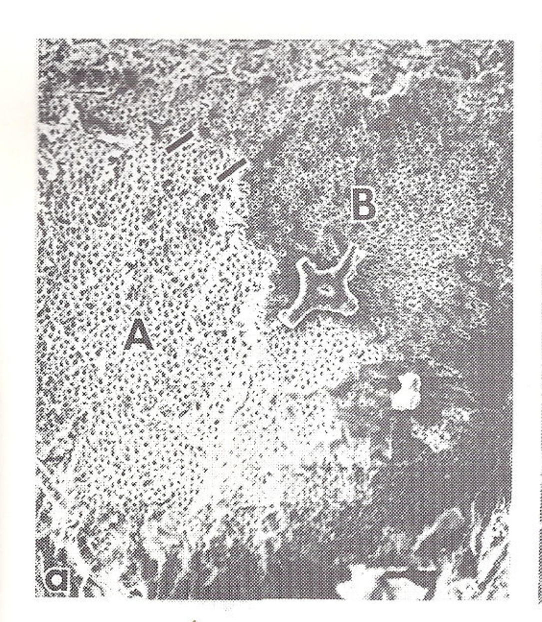
Figura a : En esta fotografía se muestra un plano de fractura del nervio central. Se pueden ver claramente dos regiones poblacionales A y B. Las hifas de la región B están más separadas por material interhifal que las de la región A. Estas diferentes regiones fueron observadas frecuentemente en las fracturas del nervio central. Entre barras se destacan la transición entre las dos poblaciones, lo cual parece indicar que estas poblaciones de hifas son un hecho real y no un artefacto. Un fragmento de hifa esponjosa contamina el preparado. 680 X

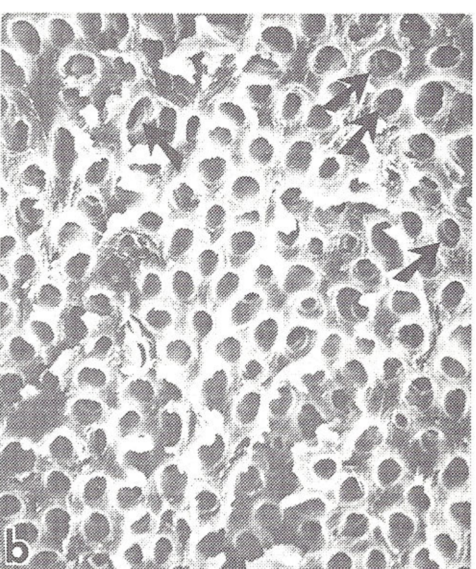
Figura b : Fragmento del nervio central de una región A en plano de fractura transversal. Las hifas indicadas con una flecha muestran numerosos pliegues de su superficie interna, otras, por el contrario, muestran una superficie lisa y regular. 3.600 X

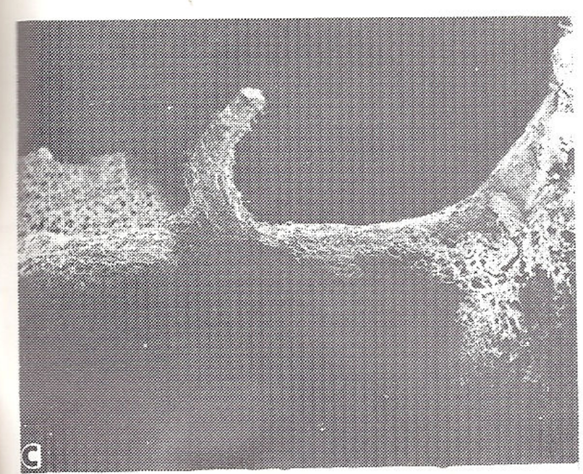
Figura c : En esta fotografía se muestra la imagen del nervio central y su continuidad con una rizina después de haberse diseccionado el preparado al removerse las regiones esponjosa y medular. 68 X

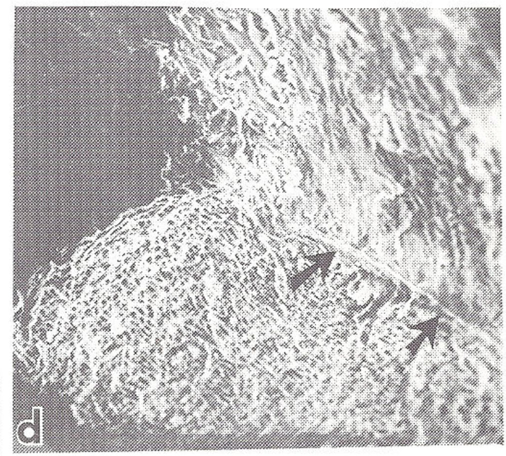
Figura d : Mayor magnificación del extremo fracturado de la rizina de la fotografía anterior. Esta estructura está constituída por hifas compactadas y recubiertas por una delgada "cutícula" (flecha) de material amorfo. 740 X

LAMINA 6









LAMINA 7

Figura a : Fragmento del apotecio que muestra parte del epitecio y algunos ascos en el plano de fractura. Nótese la irregularidad de la superficie del apotecio que muestra numerosos plegamientos o espesamientos del apotecio. 640 X

Figura b : Segmentos de la superficie del epitecio en la cual se ven pequeños poros aislados o confluentes (flechas). Sobre la superficie de estos apotecios se observa con frecuencia una gran variedad de contaminantes como el señalado en nuestra fotografía. 1600 X

Figura c : Fractura completa del apotecio en la cual se observan todos los elementos constituyentes de esta estructura: 1) himenio; 2) hipotecio; 3) zona medular; 4) zona cortical y 5) el pedículo del apotecio. 460 X

Figura d : En esta foto pueden verse claramente las esporas falciformes, agrupadas en "pila de monedas", en el interior de un asco. Note el delicado velo que cubre las esporas. La pared del asco se observa de aspecto esponjoso. El material interhifal MH recubre los ascos y paráfises (flecha). A la izquierda de la imagen se observa lo que parece corresponder a un asco depletado. 3.000 X

LAMINA 7

